

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-223513
(P2000-223513A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 21/60

識別記号

F I

H 0 1 L 21/92

6 0 4 K

テマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-26622

(22) 出願日

平成11年2月3日 (1999.2.3)

(71) 出願人

000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者

吉野 道朗

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者

八木 能彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者

大谷 博之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(74) 代理人

100080827

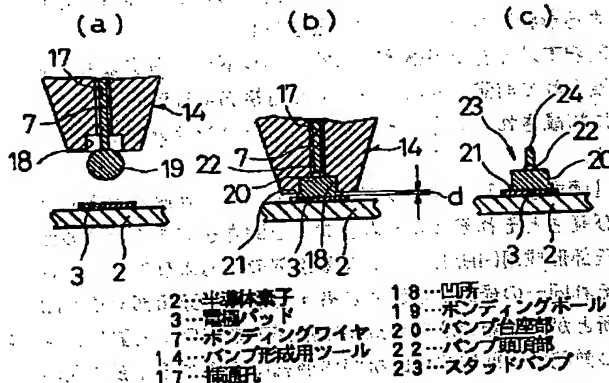
弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】 パンプ形成方法およびそれに用いるパンプ形成用ツール

(57) 【要約】

【課題】 パンプ形成用ツールによるボンディングボールへの押圧力や超音波振動エネルギーなどの不安定要素のばらつきの影響を全く受けることなく、所定形状のパンプを常に安定に形成することのできるパンプ形成方法を提供する。

【解決手段】 ボンディングワイヤ7におけるパンプ形成用ツール14の下端部から所定長さだけ突出させた部分を加熱して、形成すべきパンプ23の体積に対応する体積を有する球形状のボンディングボール19を形成する。パンプ形成用ツール14を下動させて半導体素子2の電極パッド3に近接させることにより、パンプ形成用ツール14の下端部の凹所18に入り込ませたボンディングボール19を、電極パッド3に押し付けながら凹所18の内部で塑性変形させて、凹所18の内部形状に対応する外形を有するパンプ23を電極パッド3上に形成する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バンプの形成材料のボンディングワイヤを、バンプ形成用ツールの挿通孔を介して前記バンプ形成用ツールの下端面から所定長さだけ突出させる工程と、

前記ボンディングワイヤにおける前記バンプ形成用ツールの下端部から突出している部分を加熱して、形成すべきバンプの体積に対応する体積を有する球形状のボンディングボールを形成する工程と、

前記バンプ形成用ツールを下動させて半導体素子の電極パッドに近接させることにより、前記挿通孔に連通して前記バンプ形成用ツールの下端部に設けられた凹所に入り込ませた前記ボンディングボールを、前記電極パッドに押し付けながら前記凹所の内部で塑性変形させて前記凹所の内部形状に対応する外形を有するバンプを前記電極パッド上に形成する工程とを有することを特徴とするバンプ形成方法。

【請求項2】 ボンディングボールを凹所の径よりも僅かに小さな径で、且つ前記凹所の容積よりも僅かに大きな体積を有する球形状に形成するようにした請求項1に記載のバンプ形成方法。

【請求項3】 ボンディングワイヤをボンディングボールの形成に要する長さ分だけバンプ形成用ツールの下端面から下方に突出させるようにした請求項1または請求項2に記載のバンプ形成方法。

【請求項4】 バンプの形成材料のボンディングワイヤを下端面の下方に突出させるよう供給するための挿通孔と、

前記挿通孔に連通して下端部に形成され、形成すべきバンプの径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状に形成された凹所とを有し、

前記下端面を半導体素子の電極パッドに対向するよう配置されて前記電極パッドに対し近接および離間するように構成されていることを特徴とするバンプ形成用ツール。

【請求項5】 スタッドバンプのバンプ台座部の径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状の台座部形成用凹所と、バンプ頭頂部の径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状の頭頂部形成用凹所とが前記台座部形成用凹所が下端面側に位置し、且つ前記頭頂部形成用凹所が挿通孔に連通する配置で互いに連通して形成されている請求項4に記載のバンプ形成用ツール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主として、半導体ベアチップを回路基板上に直接実装するフリップチップ実装工程において、半導体ベアチップの電極パッド上に2段突起形状のスタッドバンプを形成する方法およびそれに用いるバンプ形成用ツールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器においては小型化および軽量化が求められており、それに伴って、電子回路の実装密度を高めることを目的として、ウエハを個片に分割した半導体ベアチップを裏返して回路基板上に直接実装するフリップチップ実装工法が多用されている。例えば、現在においてフリップチップ実装工法により生産されているものとしては、半導体ベアチップと同寸法にパッケージ化するCSP (Chip Size Package) や複数の半導体ベアチップを回路基板上に実装するMCM (Multi Chip Module) があり、これらによる生産が増加しつつある。このフリップチップ実装工法の一つであるSBB (Stud Bump Bonding) 工法では、ワイヤボンディング工法を応用して半導体ベアチップの電極パッド上にバンプを形成し、そのバンプのバンプ頭頂部の高さを揃えるためのレベリング装置でレベリングすることにより、バンプ台座部とバンプ頭頂部とを有する2段突起形状のスタッドバンプが形成される。

【0003】 図7は従来のスタッドバンプの形成方法によるバンプ形成過程を工程順に示した工程図である。同図(a)はバンプ形成用ツール1の下方外部にボンディングボール8を垂れ下がる状態に形成する工程を示す。バンプ形成用ツール1は、例えばロボットハンドなどに把持して移動され、半導体ベアチップなどの半導体素子2の電極パッド3の上方に位置決めされたのちに、内部を貫通する挿通孔4を通じて金ワイヤなどのボンディングワイヤ7が下端面から所定長さだけ突出するまで供給される。つぎに、ボンディングワイヤ7におけるバンプ形成用ツール1の下端面の下方に突出した部分は、放電ユニット(図示せず)により放電を発生させて、その放電エネルギーで加熱されることにより、自体の表面張力によってボンディングボール8となる。

【0004】 続いて、バンプ形成用ツール1は、ボンディングボール8の形成が終了したのちに、下降することによってボンディングボール8を電極パッド3上に押し付けるとともに、ボンディングボール8に超音波振動を付与する。これにより、同図(b)に示すようにボンディングボール8は、バンプ形成用ツール1の下面で押し潰されて塑性変形しながら超音波振動エネルギーを受けて温度上昇することにより、電極パッド3の素材であるアルミニウムと融合して、金とアルミニウムの合金からなるバンプ台座部9となって電極パッド3上に強固に固着される。さらに、このバンプ台座部9の上部には、バンプ形成用ツール1における挿通孔4の下部開口端に設けられた拡開テーパ部10によってバンプ頭頂部11が形成される。

【0005】 最後に、ボンディングワイヤ7は、バンプ形成用ツール1の下端面がバンプ台座部9を押さえ付けている状態において引き上げられたときに、バンプ頭頂部11の上方箇所が引きちぎられる。これにより、同図

(c) に示すように、電極パッド3上には、バンプ台座部9の上面にバンプ頭頂部11を有する2段突起状のスタッドバンプ5が形成される。なお、バンプ頭頂部11の上部にはボンディングワイヤ7のワイヤ残存部12が存在する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のスタッドバンプ5の形成方法では、バンプ形成用ツール1の下端面の下方で形成したボンディングボール8をバンプ形成用ツール1の下端面および拡開テーパ部10で押し潰してバンプ台座部9およびバンプ頭頂部11を形成しているが、このときのバンプ台座部9の形成条件であるボンディングボール8の大きさ、バンプ形成用ツール1の下端面によるボンディングボール8への押圧力および超音波振動エネルギーの強弱などは、バンプ形成用ツール1において常に正確に一定になるよう制御することは困難である。そのため、バンプ台座部9の形状にはかなりのばらつきが生じる問題がある。

【0007】図8(a)に示すスタッドバンプ5Aは、バンプ台座部9が所要の高さ h_1 を有する形状に形成された良品であるのに対し、同図(b)に示すスタッドバンプ5Bは、バンプ形成用ツール1による押し付け力が必要以上に大きかったことにより、バンプ台座部9が潰されて小さな高さ h_2 となった不良品である。このスタッドバンプ5A、5Bの形成が終了した半導体素子2は、それぞれ図9(a)、(b)に示すように、レベルングされてバンプ頭頂部11の上面での高さを揃えられたのちに、導電性ペースト13を塗着され、その状態で裏返しされて回路基板(図示せず)上にフリップチップ実装される。

【0008】ここで、所要の高さ h_1 を有する良品のスタッドバンプ5Aでは、図9(a)に示すように、導電性ペースト13が塗着されるバンプ台座部9の上面が半導体素子2から所要距離だけ離間しているから、導電性ペースト13が自体の表面張力によってバンプ台座部9の上面で丸まる状態に塗着する。これに対し、低い高さ h_2 となったバンプ台座部9を有する不良品のスタッドバンプ5Bでは、(b)に示すように、バンプ台座部9の上面に塗着された導電性ペースト13が、自体の濡れ性により近接する半導体素子2の上面に向かって垂れ下がっていく。このため、電子回路の実装密度を高めることを目的とするフリップチップ実装工法では、上述のバンプ台座部9から半導体素子2の上面に垂れ下がった導電性ペースト13が近接位置に隣接する半導体素子2の電極パッド3に接触して、隣接する両半導体素子2が互いに電氣的に短絡するといったトラブルの発生を招き易い。

【0009】本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたもので、バンプ形成用ツールによるボンディングボールへの押圧力や超音波振動エネルギーなどの不安定要素の

ばらつきの影響を受けることなく、所定形状のバンプを常に安定に形成することのできるバンプ形成方法およびそのバンプ形成方法に好適に用いることのできるバンプ形成用ツールを提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のバンプ形成方法は、バンプの形成材料のボンディングワイヤを、バンプ形成用ツールの挿通孔を介して前記バンプ形成用ツールの下端部から所定長さだけ突出させる工程と、前記ボンディングワイヤにおける前記バンプ形成用ツールの下端部から突出している部分を加熱して、形成すべきバンプの体積に対応する体積を有する球形状のボンディングボールを形成する工程と、前記バンプ形成用ツールを下動させて半導体素子の電極パッドに近接させることにより、前記挿通孔に連通して前記バンプ形成用ツールの下端部に設けられた凹所に入り込ませた前記ボンディングボールを、前記電極パッドに押し付けながら前記凹所の内部で塑性変形させて、前記凹所の内部形状に対応する外形を有するバンプを前記電極パッド上に形成する工程と、を有していることを特徴とする。

【0011】このバンプ形成方法では、形成すべきバンプの体積に対応する体積を有する球形状のボンディングボールをバンプ形成用ツールの下端部の近傍位置において形成し、バンプ形成用ツールの下動に伴って凹所内に収容したボンディングボールを半導体素子の電極パッドに押し付けながら凹所の内部で塑性変形させることにより、電極パッド上にバンプを形成している。したがって、形成されるバンプは、バンプ形成用ツールによる押し付け力やバンプと電極パッドとの十分な接合強度を得る目的でボンディングボールに一般的に付与される超音波振動エネルギーなどの不安定要素の影響を受けることなく、凹所の内部形状に正確に対応した所定形状を常に安定に有するものとなる。

【0012】上記発明において、ボンディングボールを、凹所の径よりも僅かに小さな径で、且つ前記凹所の容積よりも僅かに大きな体積を有する球形状に形成することが好ましい。

【0013】これにより、バンプ形成用ツールがボンディングボールの形成の終了後に下動したときに、ボンディングボールは、電極パッド上に当接したのちに、自体の径が凹所の径よりも小さいことから、バンプ形成用ツールの下降に伴って凹所内にスムーズに収容される。また、ボンディングボールを凹所の容積よりも僅かに大きな体積に形成しているので、ボンディングボールを塑性変形させながらバンプを形成する過程では、ボンディングボールの体積と凹所の容積との差により、ボンディングボールがバンプ形成用ツールの下動に伴い電極パッドに強く押し付けられて、凹所の内部に隙間無く充填するよう塑性変形する。そのため、形成されたバンプは凹所

の内部形状に正確に対応する所定形状になるとともに、このバンプと電極パッドとの間に十分な接合強度を確保できる。

【0014】さらに、ボンディングボールを凹所の容積よりも僅かに大きな体積に形成しているから、このボンディングボールにおけるバンプの形成に供されない余剰分は、凹所から押し出されてバンプ形成用ツールの下端面と電極パッドとの隙間に入り込むことにより、バンプ形成用ツールの下端面が電極パッドに接触するのを阻止するから、バンプ形成用ツールの下端面が電極パッドに接触して汚染するのを防止できるとともに、半導体素子がバンプ形成用ツールの接触によってダメージを受けるのを防止できる。

【0015】また、上記発明において、ボンディングワイヤを、ボンディングボールの形成に要する長さ分だけバンプ形成用ツールの下端面から下方に突出させるようにすることが好ましい。

【0016】これにより、ボンディングボールを形成するためにボンディングワイヤを加熱する加熱手段による加熱強度のばらつきなどの影響を除外して、常に所望の体積を有する球形状のボンディングボールを安定に形成することができる。

【0017】一方、本発明のバンプ形成用ツールは、バンプの形成材料のボンディングワイヤを下端面の下方に突出させるよう供給するための挿通孔と、前記挿通孔に連通して下端部に形成され、形成すべきバンプの径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状に形成された凹所とを有し、前記下端面を半導体素子の電極パッドに対向するよう配置されて前記電極パッドに対し近接および離間するように構成されている。

【0018】このバンプ形成用ツールの凹所の内部でボンディングボールを塑性変形させながらバンプを形成すれば、常に所定の径と高さを有するバンプを形成することができる。そのため、形成したバンプをレベリングしたのちに、そのバンプの上面に導電性ペーストを塗着したとき、その上面が半導体素子から所要距離だけ離間しているため、導電性ペーストは、自体の表面張力によってバンプの上面に丸まる形状に塗着し、半導体素子の上面に垂れ下がって隣接する半導体素子の電極パッドに接触するといったトラブルが発生することがない。

【0019】上記バンプ形成用ツールにおいて、スタッドバンプのバンプ台座部の径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状の台座部形成用凹所と、バンプ頭頂部の径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状の頭頂部形成用凹所とが、前記台座部形成用凹所が下端面側に位置し、且つ前記頭頂部形成用凹所が挿通孔に連通する配置で互いに連通して形成されている構成とすることができる。

【0020】このバンプ形成用ツールの台座部形成用凹所および頭頂部形成用凹所の各内部でボンディングボ

ールを塑性変形させながらスタッドバンプを形成すれば、所定の径と高さをそれぞれ有するバンプ台座部とバンプ頭頂部とからなる2段突起形状のスタッドバンプを、ばらつきなく常に安定に形成することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施の形態に係るバンプ形成方法の具現化に用いるバンプ形成用ツール14を示す断面図である。このバンプ形成用ツール14は、下端部であるバンプ形成端部に、ボンディングワイヤ7の挿通孔17に連通する円形のスタッドバンプ形成用凹所18が形成されている。この凹所18は、その直径Dおよび深さHがそれぞれ形成すべきスタッドバンプのバンプ台座部の直径および高さと同じ値に設定されている。例えば、現在の一般的な形状である直径が80 μ mで高さが25 μ mのバンプ台座部を有するスタッドバンプを形成する場合には、凹所18を直径Dが80 μ mで深さHが25 μ mとなる形状に設定する。また、このバンプ形成用ツール14では、挿通孔17の直径によりバンプ頭頂部の形状を規制するので、挿通孔17の直径は、上述の直径Dが80 μ mのスタッドバンプを形成する場合に、これよりも十分に小さく、且つボンディングワイヤ7の径よりも大きな値、例えば33 μ m程度に設定するのが好ましい。

【0022】図2は上記バンプ形成用ツール14を用いてスタッドバンプを形成する本発明の一実施の形態に係るスタッドバンプ形成方法のバンプ形成過程を工程順に示した工程図である。同図-(a)はボンディングボール19の形成工程を示し、バンプ形成用ツール14は、ロボットハンドなどの移動制御手段に把持状態で移動されて、半導体素子2の電極パッド3の上方に位置決めされる。この状態において、金ワイヤなどのボンディングワイヤ7は、バンプ形成用ツール14の内部を貫通する挿通孔17を通じて送給されるとともに、バンプ形成用ツール14の下端面からボンディングボール19の形成分に相当する所定長さだけ突出するように制御される。すなわち、ボンディングワイヤ7は、後述する所定の体積を有するボンディングボールを形成するのに要する長さよりも若干大きな長さ分だけバンプ形成用ツール14の下端面から下方に突出するよう制御して送給される。

【0023】つぎに、ボンディングワイヤ7におけるバンプ形成用ツール14の下端面から下方に突出した部分は、放電ユニットなどの手段により放電を発生されて、その放電エネルギーで加熱されることにより、自体の表面張力によってボンディングボール19となる。このボンディングボール19は、図7(a)との比較から明らかなように、バンプ形成用ツール14の下端面に極めて近接する位置に形成される。このボンディングボール19は、ボンディングワイヤ7が上述の長さ分だけバンプ形成用ツール14の下端面から突出するよう制御されたこ

とにより、凹所18の容積つまり形成すべきスタッドバンプのバンプ台座部の体積よりも若干大きな体積を有する形状に形成される。例えば、上述のように直径が80 μ mで高さが25 μ mのバンプ台座部を有するスタッドバンプを形成する場合には、このバンプ台座部の容積が125600 μ m³であるから、直径を70 μ mで、且つ体積が179503 μ m³となるボンディングボール19を形成するよう設定する。

【0024】続いて、バンプ形成用ツール14は、ボンディングボール19の形成が終了したのちに、下動される。このとき、ボンディングボール19は、電極パッド3上に当接したのちに、自体の直径が凹所18の直径Dよりも小さいことから、バンプ形成用ツール14の下動に伴い凹所18内にスムーズに収容されたのちに、超音波振動を付与されながら凹所18の底面によって電極パッド3上に強く押し付けられる。これにより、ボンディングボール19は、同図(b)に示すように、凹所18の内部で押し潰されて凹所18に対応する形状に塑性変形されながら超音波振動エネルギーを受けて温度上昇することにより、電極パッド3の素材であるアルミニウムと融合して、金とアルミニウムの合金からなるバンプ台座部20となって電極パッド3上に強固に固着される。

【0025】上述のボンディングボール19の体積と凹所18の容積との差により、ボンディングボール19は、バンプ形成用ツール14の下動に伴って電極パッド3に強く押し付けられ、且つ超音波振動エネルギーを効果的に付与されて、凹所18の内部に隙間無く充填するよう塑性変形する。そのため、形成されたバンプ台座部20は凹所18に正確に対応する所定形状になるとともに、このバンプ台座部20と電極パッド3との間には十分な接合強度を確保できる。

【0026】仮に、ボンディングボール19の体積を凹所18の容積と同一に設定した場合には、ボンディングボール19の電極パッド3への押し付けが不十分となってボンディングボール19に超音波振動が十分に伝わらないので、バンプ台座部20が凹所18に正確に対応する形状とならず、バンプ台座部20と電極パッド3との接合強度も不十分となる。

【0027】上記バンプ台座部20の形成過程では、ボンディングボール19が凹所18の容積よりも若干大きな体積に形成されていたことから、ボンディングボール19におけるバンプ台座部20の形成に供されなかった余剰分は、凹所18の下方に押し出されてバンプ形成用ツール14の下端面と電極パッド3との隙間に入り込む。このバンプ形成用ツール14の下端面と電極パッド3との隙間dに介在するボンディングボール19における余剰部21は、バンプ形成用ツール14の下端面が電極パッド3に接触するのを防止する。これにより、バンプ形成用ツール14はその下端面が電極パッド3に接触して汚染するのを防止されるとともに、半導体素子2

はバンプ形成用ツール14の接触によってダメージを受けるのを未然に阻止される。

【0028】また、ボンディングワイヤ7における(a)のボンディングボール19の形成時において凹所18内部に存在する部分は、(b)のバンプ台座部20の形成工程時に、挿通孔17の開口内部に押し戻されてバンプ頭頂部22となる。最後に、ボンディングワイヤ7は、バンプ形成用ツール14がバンプ台座部20を押さえ付けている状態において引き上げられたときに、バンプ頭頂部22の上方箇所が引きちぎられる。これにより、同図(c)に示すように、電極パッド3上には、バンプ台座部20の上面にバンプ頭頂部22を有する2段突起状のスタッドバンプ23が形成される。なお、バンプ頭頂部22の上部にはボンディングワイヤ7のワイヤ残存部24が存在する。

【0029】上述のバンプ形成方法では、バンプ台座部20の形状を規制するための凹所18の容積よりも僅かに大きな体積と凹所18の直径Dよりも僅かに小さな直径とを有する形状のボンディングボール19をバンプ形成用ツール14の下端近傍位置に形成して、バンプ形成用ツール14の下動に伴って凹所18内にスムーズに収容したボンディングボール19を凹所18の内部で塑性変形させることによりバンプ台座部20を形成している。したがって、形成されるバンプ台座部20は、バンプ形成用ツール14による押し付け力や超音波振動エネルギーなどの不安定要素の影響を全く受けることなく、凹所18に対応した所定形状を常に安定に有するものとなる。

【0030】図3は、上記形成方法により形成したスタッドバンプ23に対しレベルリングしたのちに導電性ペースト13を塗着した状態の断面図である。このスタッドバンプ23におけるバンプ台座部20は、常に凹所18の内部形状に正確に対応する所定形状に形成されて所要の高さを有しているから、導電性ペースト13が塗着される上面が半導体素子2から所要距離だけ離間している。そのため、導電性ペースト13は、自体の表面張力によってバンプ台座部20の上面に丸くなる形状に塗着するから、半導体素子2の上面に垂れ下がって隣接する半導体素子2の電極パッド3に接触するといったトラブルが発生することがない。

【0031】図4は本発明の他の実施の形態に係るバンプ形成方法の具現化に用いるバンプ形成用ツール27を示す断面図である。このバンプ形成用ツール27には、バンプ台座部の外形を規制するための台座部形成用凹所28と、バンプ頭頂部の外形を規制するための頭頂部形成用凹所29とが、下端部であるバンプ形成端部において互いに連通し、且つボンディングワイヤ7の挿通孔30に連通して形成されている。台座部形成用凹所28は、その直径D1および深さH1がそれぞれ形成すべきスタッドバンプの平面視円形のバンプ台座部の直径およ

び高さと同じ値に設定されている。一方、頭頂部形成用凹所29は、その直径D2および深さH2がそれぞれ形成すべきスタッドバンプの平面視円形のバンプ頭頂部の直径および高さと同じ値に設定されている。例えば、現在の一般的な形状のスタッドバンプを形成する場合、台座部形成用凹所28は、直径D1を80 μ mで深さH1を25 μ mに設定し、一方、頭頂部形成用凹所29は、直径D2を40 μ mで深さH2を20 μ mに設定する。

【0032】図5は上記バンプ形成用ツール27を用いてスタッドバンプを形成する本発明の他の実施の形態に係るスタッドバンプ形成方法のバンプ形成過程を工程順に示した工程図である。同図(a)はボンディングボール31の形成工程を示し、バンプ形成用ツール27が半導体素子2の電極パッド3の上方に位置決め停止された状態において、バンプ形成用ツール27にはボンディングワイヤ7が挿通孔30を通じ送給され、このボンディングワイヤ7は、バンプ形成用ツール27の下端面からボンディングボール31の形成分に相当する所定長さだけ突出するように制御して供給される。

【0033】つぎに、ボンディングワイヤ7におけるバンプ形成用ツール27の下端面から下方に突出した部分は、上述と同様に、放電エネルギーの付与により加熱されて、バンプ形成用ツール27の下端面に極めて近接する位置においてボンディングボール31となる。このボンディングボール31は、ボンディングワイヤ7が上述の長さ分だけバンプ形成用ツール27の下端面から突出するように制御されたことにより、両凹所28、29の合計容積つまり形成すべきスタッドバンプのバンプ台座部とバンプ頭頂部との合計体積よりも若干大きな体積を有する形状となる。

【0034】例えば、上述の直径が80 μ mで高さが25 μ mのバンプ台座部と直径が40 μ mで高さが20 μ mのバンプ頭頂部とを有するスタッドバンプを形成する場合に、このバンプ台座部の体積が125600 μ m³で、且つバンプ頭頂部の体積が25120 μ m³であって、これらの合計体積が150720 μ m³となるから、直径を72 μ mに設定して体積が195333 μ m³となるボンディングボール31を形成する。

【0035】続いて、バンプ形成用ツール27は、ボンディングボール31の形成が終了したのちに、下動される。このとき、ボンディングボール31は、電極パッド3上に当接したのちに、自体の直径(例えば72 μ m)が台座部形成用凹所28の直径D1(例えば80 μ m)よりも小さいことから、バンプ形成用ツール27の下動に伴ってその大部分が台座部形成用凹所28内にスムーズに収容されるとともに、超音波振動を付与されながら台座部形成用凹所28の底面によって電極パッド3上に強く押し付けられる。これにより、ボンディングボール31は、同図(b)に示すように、台座部形成用凹所28の内部で押し潰されて一部が頭頂部形成用凹所29内に入

り込み、この両凹所28、29に対応する形状に塑性変形されながら超音波振動エネルギーを受けて温度上昇することにより、電極パッド3の素材であるアルミニウムと融合して、金とアルミニウムの合金からなるバンプ台座部32となって、電極パッド3上に強固に固着される。

【0036】上記バンプ台座部32およびバンプ頭頂部33の形成過程では、ボンディングボール31が両凹所28、29の合計容積よりも若干大きな体積に形成されていたので、このボンディングボール31の体積と両凹所28、29との合計容積との差により、ボンディングボール31は、バンプ形成用ツール27の下動に伴い電極パッド3に強く押し付けられ、且つ超音波振動エネルギーを効果的に付与されて、両凹所28、29の内部に隙間無く充填するよう塑性変形する。そのため、形成されたバンプ台座部32およびバンプ頭頂部33は、各凹所28、29の内部形状にそれぞれ正確に対応する所定形状になるとともに、バンプ台座部32と電極パッド3との間には十分な接合強度を確保できる。

【0037】また、ボンディングボール31が両凹所28、29の合計容積よりも若干大きな体積に形成されているので、ボンディングボール31におけるバンプ台座部32とバンプ頭頂部33との形成に供されなかった余剰分は、台座部形成用凹所28の下方に押し出されてバンプ形成用ツール27の下端面と電極パッド3との間に入り込む。この台座部形成用凹所28の下方に押し出されてバンプ形成用ツール27の下端面と電極パッド3との隙間に介在するボンディングボール31の余剰部34は、バンプ形成用ツール27の下端面が電極パッド3に接触するのを防止する。これにより、バンプ形成用ツール27はその下端面が電極パッド3に接触して汚染するのを防止されるとともに、半導体素子2はバンプ形成用ツール27の接触によってダメージを受けるのを未然に阻止される。

【0038】また、ボンディングワイヤ7における(a)のボンディングボール31の形成時において両凹所28、29の内部に存在していた部分は、(b)のバンプ台座部32およびバンプ頭頂部33の形成工程時に、挿通孔30の開口内部に押し戻されて突部37となる。最後に、ボンディングワイヤ7は、バンプ形成用ツール27がバンプ台座部32を押さえっている状態において引き上げられたときに、突部37の上方箇所が引きちぎられる。これにより、同図(c)に示すように、電極パッド3には、バンプ台座部32の上面にバンプ頭頂部33を有する2段突起状のスタッドバンプ38が形成される。なお、突部37の上部にはボンディングワイヤ7のワイヤ残存部39が存在する。

【0039】このバンプ形成方法では、台座部形成用凹所28および頭頂部形成用凹所29の合計容積よりも僅かに大きな体積と台座部形成用凹所28の直径D1よりも僅かに小さな直径を有するボンディングボール31を

10

30

40

50

バンプ形成用ツール27の下端近傍位置に形成して、バンプ形成用ツール27の下動に伴って台座部形成用凹所28内にスムーズに收容したボンディングボール31を両凹所28、29の各内部で塑性変形させることにより、バンプ台座部32およびバンプ頭頂部33を形成している。したがって、形成されるバンプ台座部32およびバンプ頭頂部33は、バンプ形成用ツール27による押し付け力や超音波振動エネルギーなどの不安定要素の影響を全く受けることなく、各凹所28、29にそれぞれ正確に対応した所定形状を常に安定に有するものとなる。

【0040】図6は、上記形成方法により形成したスタッドバンプ38に対しレベリングしたのちに導電性ペースト13を塗着した状態の断面図である。このスタッドバンプ38におけるバンプ台座部32は、常に台座部形成用凹所28に正確に対応する所定形状に形成されて所要の高さを有しているから、導電性ペースト13が塗着される上面が半導体素子2から所要距離だけ離間している。そのため、導電性ペースト13は、自体の表面張力によってバンプ台座部32の上面に丸くなる形状に塗着し、半導体素子2の上面に垂れ下って隣接する半導体素子2の電極パッド3に接触するといったトラブルが発生することがない。

【0041】なお、上記各実施の形態において、ボンディングボール19、31の形成後にボンディングワイヤ7を引き上げて、ボンディングボール19、31を凹所18、28の内部に予め收容したのちに、バンプ形成用ツール14、27を下動させるようにすることが好ましい。それにより、ボンディングボール19、31の体積は、余剰部21、34の厚みが発揮できる範囲内で可及的に小さくなるような値に正確に設定することが可能となる。この場合、台座部形成用の凹所18、28の開口縁部に拡開テーパ部を設ければ、ボンディングボール19、31の凹所18、28への收容を一層スムーズに行える。

【0042】

【発明の効果】以上のように、本発明のバンプ形成方法によれば、形成すべきバンプの体積に対応する体積を有する球形状のボンディングボールをバンプ形成用ツールの下端部の近傍位置において形成し、バンプ形成用ツールの下動に伴って凹所内に收容したボンディングボールを半導体素子の電極パッドに押し付けながら凹所の内部で塑性変形させることにより、電極パッド上にバンプを形成するようにしたので、バンプ形成用ツールによる押し付け力やバンプと電極パッドとの十分な接合強度を得る目的でボンディングボールに一般的に付与される超音波振動エネルギーなどの不安定要素の影響を全く受けるこ

となく、凹所の内部形状に正確に対応した所定形状のバンプを常に安定に形成することができる。

【0043】また、本発明のバンプ形成方法に用いるバンプ形成用ツールは、形成すべきバンプの径および高さそれぞれ同一の径および深さを有する形状の凹所が、挿通孔に連通して下端部に形成された構成としたので、このバンプ形成用ツールの凹所の内部でボンディングボールを塑性変形させながらバンプを形成すれば、常に所定の径と高さを有するバンプを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係るバンプ形成方法の具現化に用いるバンプ形成用ツールを示す断面図。

【図2】同上バンプ形成用ツールを用いた本発明の一実施の形態に係るスタッドバンプ形成方法によるバンプ形成過程を(a)～(c)に工程順に示した工程図。

【図3】同上形成方法により形成したスタッドバンプに対しレベリングしたのちに導電性ペーストを塗着した状態の断面図。

【図4】本発明の他の実施の形態に係るバンプ形成方法の具現化に用いるバンプ形成用ツールを示す断面図。

【図5】同上バンプ形成用ツールを用いた本発明の他の実施の形態に係るスタッドバンプ形成方法によるバンプ形成過程を(a)～(c)に工程順に示した工程図。

【図6】同上形成方法により形成したスタッドバンプに対しレベリングしたのちに導電性ペーストを塗着した状態の断面図。

【図7】(a)～(c)は従来のスタッドバンプの形成方法による形成過程を工程順に示した工程図。

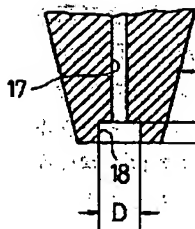
【図8】(a)、(b)はいずれも同上の形成方法により形成された良品および不良品のスタッドバンプをそれぞれ示す断面図。

【図9】(a)、(b)はそれぞれレベリングしたのちの良品および不良品のスタッドバンプに導電性ペーストを塗着した状態の断面図。

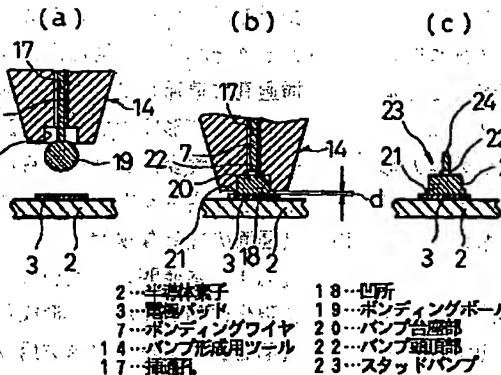
【符号の説明】

- 2 半導体素子
- 3 電極パッド
- 7 ボンディングワイヤ
- 14、27 バンプ形成用ツール
- 17、30 挿通孔
- 18 凹所
- 19、31 ボンディングボール
- 20、32 バンプ台座部
- 22、33 バンプ頭頂部
- 23、38 スタッドバンプ
- 28 台座部形成用凹所
- 29 頭頂部形成用凹所

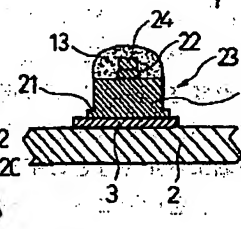
【図1】



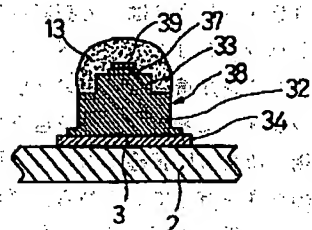
【図2】



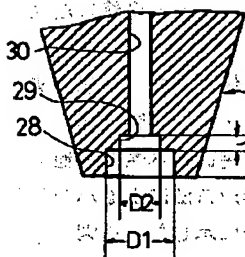
【図3】



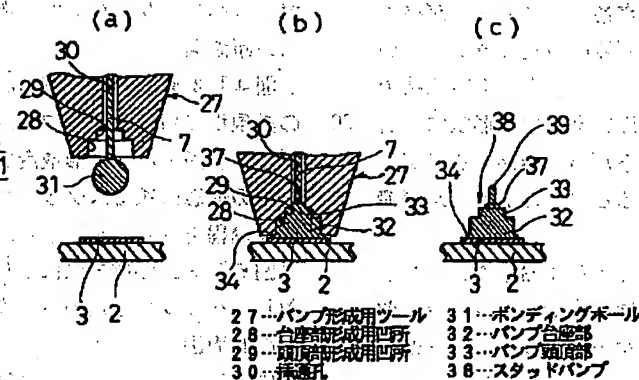
【図6】



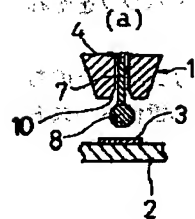
【図4】



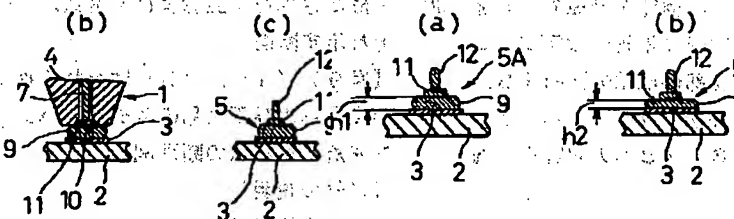
【図5】



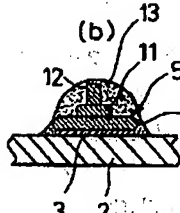
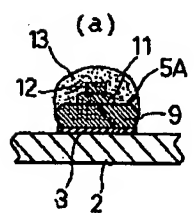
【図7】



【図8】



【図9】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-223513
 (43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/60

(21)Application number : 11-026622
 (22)Date of filing : 03.02.1999

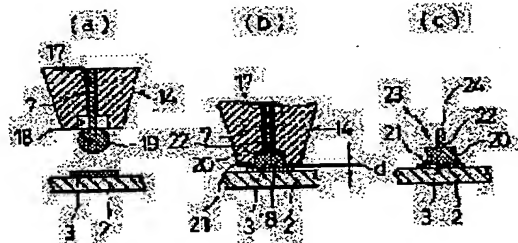
(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
 (72)Inventor : YOSHINO MICHIO
 YAGI TAKAHIKO
 OTANI HIROYUKI

(54) BUMP-FORMING METHOD AND BUMP FORMING TOOL FOR THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bump-forming method enabling bumps of specified shapes to be always stably formed, without being influenced by the variations of unstable factors, such as pressing force of a bump forming tool onto bonding balls and ultrasonic vibration energy.

SOLUTION: A specified length of a bonding wire 7 projected from the lower end of a bump-forming tool 14 is heated to form a spherical bonding ball 19 having a volume, corresponding to that of a bump 23 to be formed. The forming tool 14 is lowered to approach close to an electrode pad 3 of a semiconductor element 2, thereby pressing the bonding ball 19 fitted in a recess 18 at the lower end of the tool 14 to the pad 3 and the ball 19 is plastically deformed in the recess 18, to form a bump 23 having a shape corresponding to the inner shape of the recess 18 on the electrode pad 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.09.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.09.2003
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CONTENTS

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The process at which only predetermined die length makes the bonding wire of a bump's formation ingredient project from the lower limit side of said tool for bump formation through the insertion hole of the tool for bump formation, The part projected from the lower limit section of said tool for bump formation in said bonding wire is heated. The process which forms the globular form bonding ball which has the volume corresponding to a bump's volume which should be formed, and by making said tool for bump formation lower **, and making the electrode pad of a semiconductor device approach Said Bondi GUBORU made to enter the hollow which was open for free passage to said insertion hole, and was established in the lower limit section of said tool for bump formation The bump formation approach which is made to carry out plastic deformation inside said hollow, pushing against said electrode pad, and is characterized by having the process which forms the bump who has an appearance corresponding to the internal configuration of said hollow on said electrode pad.

[Claim 2] The bump formation approach according to claim 1 formed in the shape of [which is a path slightly smaller than the path of a hollow about a bonding ball, and has the slightly bigger volume than the volume of said hollow] a globular form.

[Claim 3] The bump formation approach according to claim 1 or 2 of having made it make a bonding wire projecting caudad from the lower limit side of the tool for bump formation by the die length which formation of a bonding ball takes.

[Claim 4] The insertion hole for supplying so that the bonding wire of a bump's formation ingredient may be made to project down the lower limit side, It has the hollow formed in the configuration which has path, respectively same path as height, and the depth of the bump who is open for free passage to said insertion hole, is formed in the lower limit section, and should form. The tool for bump formation characterized by being constituted so that it may be arranged so that the electrode pad of a semiconductor device may be countered, and said lower limit side may be approached and estranged to said electrode pad.

[Claim 5] The hollow for plinth section formation of the configuration which has the path, the respectively same path as height, and the depth of the bump plinth section of a stud bump, The path of the bump parietal region, the respectively same path as height and the depth, and the hollow for parietal region formation of the configuration which it has The tool for bump formation according to claim 4 which is mutually open for free passage and is formed by the arrangement which said hollow for plinth section formation is located in a lower limit side side, and said hollow for parietal region formation opens for free passage to an insertion hole.

 [Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the tool for bump formation used for the approach and it which form the stud bump of a two-step projection configuration on the electrode pad of a semi-conductor bare chip mainly in the flip chip mounting process of mounting a semi-conductor bare chip in the circuit board directly.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, a miniaturization and lightweight-ization are called for in electronic equipment, and the flip chip mounting method of construction which turns over the semi-conductor bare chip which divided the wafer into the piece of an individual for the purpose of raising the packaging density of an electronic circuitry, and is directly mounted on the circuit board is used abundantly in connection with it. For example, there is MCM (MultiChip Module) which mounts a semi-conductor bare chip, and CSP (ChipSize Package) which packs in this dimension and two or more semi-conductor bare chips on the circuit board as what is produced by the flip chip mounting method of construction in current, and production by these is increasing. By the SBB (Stud Bump Bonding) method of construction which is one of the flip chip mounting method of construction of this, the stud bump of a two-step projection configuration who has the bump plinth section and the bump parietal region is formed by applying a wirebonding method of construction, forming a bump on the electrode pad of a semi-conductor bare chip, and leveling with the leveling equipment for arranging the height of that bump's bump parietal region.

[0003] Drawing 7 is process drawing in which it was shown like the bump formation fault by the conventional stud bump's formation approach in order of the process. This drawing (a) shows the process which forms the bonding ball 8 in the lower part exterior of the tool 1 for bump formation at the condition of hanging down. The tool 1 for bump formation is supplied until the bonding wires 7, such as a golden wire, project from a lower limit side through the insertion hole 4 which penetrates the interior only in predetermined die length, after being grasped and moved to a robot hand etc. and being positioned above the electrode pad 3 of the semiconductor devices 2, such as a semi-conductor bare chip. Next, the part projected down the lower limit side of the tool 1 for bump formation in a bonding wire 7 serves as the bonding ball 8 with the surface tension of the very thing by generating discharge by the discharge unit (not shown) and being heated with the spark discharge energy.

[0004] Then, the tool 1 for bump formation gives supersonic vibration to the bonding ball 8 while pushing the bonding ball 8 on the electrode pad 3 by descending, after formation of the bonding ball 8 is completed. Thereby, as shown in this drawing (b), being crushed on the inferior surface of tongue of the tool 1 for bump formation, and deforming plastically, by carrying out a temperature rise in response to ultrasonic vibrational energy, the bonding ball 8 be united with the aluminum which be the material of the electrode pad 3, serve as the bump plinth section 9 which consist of gold and an alloy of aluminum, and fix firmly on the electrode pad 3. Furthermore, the Bengbu parietal region 11 is formed in the upper part of this bump plinth section 9 of the extension taper section 10 prepared in the lower opening edge of the insertion hole 4 in the tool 1 for bump formation.

[0005] Finally, when the lower limit side of the tool 1 for bump formation is able to pull up a bonding wire 7 in the condition of suppressing the bump plinth section 9, the upper part part of the bump parietal region 11 is torn off. Thereby, as shown in this drawing (c), on the electrode pad 3, the stud bump 5 of the letter of a two-step projection who has the bump parietal region 11 is formed in the top face of the bump plinth section 9. In addition, the wire residual section 12 of a bonding wire 7 exists in the upper part of the bump parietal region 11.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the bonding ball 8 formed in the lower part of the lower limit side of the tool 1 for bump formation is crushed in the lower limit side and the extension taper section 10 of the tool 1 for bump formation and the bump plinth section 9 and the bump parietal region 11 are formed by the above-mentioned conventional stud bump's 5 formation approach. The magnitude of the bonding ball 8 which are the formation conditions of the bump plinth section 9 at this time. The thrust to the bonding ball 8 by the lower limit side of the tool 1 for bump formation, the strength of ultrasonic vibrational energy, etc. are difficult for controlling to always become fixed correctly in the tool 1 for bump formation. Therefore, there is a problem which remarkable dispersion produces in the configuration of the bump plinth section 9.

[0007] Stud bump 5B which shows stud bump 5A shown in drawing 8 (a) in this drawing (b) to the bump plinth section 9 being the excellent article formed in the configuration which has the necessary height h1 is the defective which the bump plinth section 9 was crushed by that the pressure by the tool 1 for bump formation was large, beyond the need, and became the small height h2. As shown in drawing 9 (a) and (b), respectively, after leveling of the semiconductor device 2 which these stud bumps 5A and 5B formation ended is carried out and it is able to arrange the height in the top face of the bump parietal region 11, it has the conductive paste 13 applied, is turned over and carried out in that condition, and flip chip mounting is carried out on the circuit board (not shown).

[0008] Here, in stud bump 5A of an excellent article which has the necessary height h1, since the top face of the bump plinth section 9 plastered with the conductive paste 13 has estranged only necessary distance from the semiconductor device 2 as shown in drawing 9 (a), the conductive paste 13 plasters the condition that it is round with the surface tension of the very thing on the top face of the bump plinth section 9. On the other hand, in stud bump 5B of a defective which has the bump plinth section 9 used as the low height h2, as shown in (b), the conductive paste 13 with which the top face of the bump plinth section 9 was plastered hangs down toward the top face of the semiconductor device 2 which approaches by the wettability of the very thing. For this reason, by the flip chip mounting method of construction aiming at raising the packaging density of an electronic circuitry, the conductive paste 13 which hung down on the top face of a semiconductor device 2 tends to cause generating of

the trouble where contact the electrode pad 3 of the semiconductor device 2 which adjoins a contiguity location, and both the adjoining semiconductor devices 2 connect with it too hastily electrically mutually from the above-mentioned bump plinth section 9.

[0009] This invention aims at offering the tool for bump formation which can be used suitable for the bump formation approach which can always form the bump of a predetermined configuration in stability, and its bump formation approach, without having been made in view of the above-mentioned conventional technical problem, and being influenced by the tool for bump formation of dispersion in unstable elements, such as thrust to a bonding ball, and ultrasonic vibrational energy.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the bump formation approach of this invention The process at which only predetermined die length makes the bonding wire of a bump's formation ingredient project from the lower limit section of said tool for bump formation through the insertion hole of the tool for bump formation. The part projected from the lower limit section of said tool for bump formation in said bonding wire is heated. The process which forms the globular form bonding ball which has the volume corresponding to a bump's volume which should be formed, and by making said tool for bump formation lower **, and making the electrode pad of a semiconductor device approach said Bondi GUBORU made to enter the hollow which was open for free passage to said insertion hole, and was established in the lower limit section of said tool for bump formation Plastic deformation is carried out inside said hollow, pushing against said electrode pad, and it is characterized by having the process which forms the bump who has an appearance corresponding to the internal configuration of said hollow on said electrode pad.

[0011] By this bump formation approach, the bump is formed on an electrode pad by forming the globular form bonding ball which has the volume corresponding to a bump's volume which should be formed in the near location of the lower limit section of the tool for bump formation, and carrying out plastic deformation inside a hollow, pushing against the electrode pad of a semiconductor device the bonding ball held in the hollow in connection with lower ** of the tool for bump formation. Therefore, the bump formed always has in stability the predetermined configuration where it corresponded to the internal configuration of a hollow correctly, without being influenced of unstable elements, such as ultrasonic vibrational energy generally given on a bonding ball in order to obtain sufficient bonding strength of the pressure and the bump by the tool for bump formation, and an electrode pad.

[0012] In the above-mentioned invention, it is desirable to form in the shape of [which is a path slightly smaller than the path of a hollow about a bonding ball, and has the slightly bigger volume than the volume of said hollow] a globular form.

[0013] Thereby, when the tool for bump formation lower ** after termination of formation of a bonding ball, since the path of the very thing is smaller than the path of a hollow after contacting on an electrode pad, a bonding ball is smoothly held in a hollow with descent of the tool for bump formation. Moreover, since the bonding ball is formed in the slightly bigger volume than the volume of a hollow, in the process which forms a bump while carrying out plastic deformation of the bonding ball, a bonding ball is strongly pushed to an electrode pad by the difference of the volume of a bonding ball, and the volume of a hollow in connection with lower ** of the tool for bump formation, and it deforms plastically according to it so that the interior of a hollow may be full without a clearance. Therefore, the formed bump can secure bonding strength sufficient between this bump and an electrode pad while becoming the predetermined configuration which is correctly equivalent to the internal configuration of a hollow.

[0014] Since the bonding ball is formed in the slightly bigger volume than the volume of a hollow, the amount of [furthermore, / with which a bump's formation in this bonding ball is not presented] surplus By extruding from a hollow and entering the clearance between the lower limit side of the tool for bump formation, and an electrode pad Since the lower limit side of the tool for bump formation prevents contacting an electrode pad, while being able to prevent that the lower limit side of the tool for bump formation contacts and pollutes to an electrode pad, it can prevent that a semiconductor device receives a damage by contact of the tool for bump formation.

[0015] Moreover, in the above-mentioned invention, it is desirable to make it make it project caudad from the lower limit side of the tool for bump formation by the die length which formation of a bonding ball takes a bonding wire.

[0016] Thereby, in order to form a bonding ball, the effect of dispersion in the heating reinforcement by heating means to heat a bonding wire etc. can be excepted, and the globular form bonding ball which always has the desired volume can be formed in stability.

[0017] The insertion hole for on the other hand, supplying the tool for bump formation of this invention so that the bonding wire of a bump's formation ingredient may be made to project down the lower limit side, It has the hollow formed in the configuration which has path, respectively same path as height, and the depth of the bump who is open for free passage to said insertion hole, is formed in the lower limit section, and should form. It is arranged so that the electrode pad of a semiconductor device may be countered in said lower limit side, and it is constituted so that it may approach and estrange to said electrode pad.

[0018] If a bump is formed carrying out plastic deformation of the bonding ball inside the hollow of this tool for bump formation, the bump who always has a predetermined path and predetermined height can be formed. Therefore, since the top face has estranged only necessary distance from the semiconductor device when the bump's top face is plastered with a conductive paste after leveling the bump who formed, the said trouble in contact with the electrode pad of the semiconductor device which plasters the configuration which is round on a bump's top face, and hangs down and adjoins the top face of a semiconductor device with the surface tension of the very thing does not generate a conductive paste.

[0019] The hollow for plinth section formation of the configuration which has the path, the respectively same path as height, and the depth of the bump plinth section of a stud bump in the above-mentioned tool for bump formation. The path of the bump parietal region, the respectively same path as height and the depth, and the hollow for parietal region formation of the configuration which it has can consider as the configuration which is mutually open for free passage and is formed by the arrangement which said hollow for plinth section formation is located in a lower limit side side, and said hollow for parietal region formation opens for free passage to an insertion hole.

[0020] Whenever it forms a stud bump, carrying out plastic deformation of the bonding ball inside each [of the hollow for plinth section formation of this tool for bump formation, and the hollow for parietal region formation], it can vary and the stud bump of the two-step projection configuration which consists of a predetermined path, the bump plinth section which has height, respectively, and the bump parietal region can be formed in stability that there is nothing.

[0021]

[Embodiment of the Invention] It explains referring to a drawing about the gestalt of desirable operation of this invention hereafter. Drawing 1 is the sectional view showing the tool 14 for bump formation used for the embodiment of the bump formation approach concerning the gestalt of 1 operation of this invention. The circular hollow 18 for stud bump formation which

is open for free passage to the insertion hole 17 of a bonding wire 7 is formed in the bump formation edge this tool 14 for bump formation of whose is the lower limit section. This hollow 18 is set as the same value as the diameter of a stud bump's bump plinth section and height which that diameter D and depth H should form, respectively. For example, when the diameter which is the present general configuration forms the stud bump who has the bump plinth section whose height is 25 micrometers by 80 micrometers, a diameter D sets a hollow 18 as the configuration from which depth H is set to 25 micrometers by 80 micrometers. Moreover, since the configuration of the bump parietal region is regulated with the diameter of the insertion hole 17 in this tool 14 for bump formation, when the above-mentioned diameter D forms the stud bump who is 80 micrometers, it is desirable [the diameter of the insertion hole 17] to set to a bigger about value, for example, 33 micrometers, than the path of a bonding wire 7 smaller enough than this.

[0022] Drawing 2 is process drawing in which it was shown like the bump formation fault of the stud bump formation approach concerning the gestalt of 1 operation of this invention which forms a stud bump using the above-mentioned tool 14 for bump formation in order of the process. This drawing (a) shows the formation process of the bonding ball 19, it is moved to migration control means, such as a robot hand, in the state of grasping, and the tool 14 for bump formation is positioned above electrode Bud 3 of a semiconductor device 2. In this condition, the bonding wires 7, such as a golden wire, are controlled so that only the predetermined die length which is equivalent to a formed part of the bonding ball 19 from the lower limit side of the tool 14 for bump formation projects, while being fed through the insertion hole 17 which penetrates the interior of the tool 14 for bump formation. That is, it controls and a bonding wire 7 is fed so that it may project caudad from the lower limit side of the tool 14 for bump formation by bigger die length a little than the die length taken to form the bonding ball which has the predetermined volume mentioned later.

[0023] Next, the part caudad projected from the lower limit side of the tool 14 for bump formation in a bonding wire 7 serves as the bonding ball 19 with the surface tension of the very thing by generating discharge with means, such as a discharge unit, and being heated with the spark discharge energy. This bonding ball 19 is formed in the location which approaches extremely the lower limit side of the tool 14 for bump formation so that clearly from the comparison with drawing 7 (a). This bonding ball 19 is formed in the configuration which has the bigger volume a little than the volume of a hollow 18, i.e., the volume of a stud bump's bump plinth section which should be formed, by having been controlled so that a bonding wire 7 projected from the lower limit side of the tool 14 for bump formation by above-mentioned die length. For example, when a diameter forms the stud bump who has the bump plinth section whose height is 25 micrometers by 80 micrometers as mentioned above, since 125600 micrometers of volume of this bump plinth section are 3, it sets up so that the bonding ball 19 with which it is 70 micrometers and 179503 micrometers of volume are set to 3 in a diameter may be formed.

[0024] Then, the tool 14 for bump formation is lower-*(ed) after formation of the bonding ball 19 is completed. Since the diameter of the very thing was smaller than the diameter D of a hollow 18 after the bonding ball 19 contacted on the electrode pad 3 at this time, after holding smoothly in a hollow 18 in connection with lower ** of the tool 14 for bump formation, while supersonic vibration is given, it is pushed strongly on the electrode pad 3 by the base of a hollow 18. as the bonding ball 19 be show in this drawing (b) by this, while it be crush inside a hollow 18 and plastic deformation be carry out to the configuration corresponding to a hollow 18, by carry out a temperature rise in response to ultrasonic vibrational energy, it unite with the aluminum which be the material of the electrode pad 3, become the bump plinth section 20 which consist of gold and an alloy of aluminum, and fix firmly on the electrode pad 3.

[0025] The bonding ball 19 is strongly pushed to the electrode pad 3 in connection with lower ** of the tool 14 for bump formation by the difference of the volume of the above-mentioned bonding ball 19, and the volume of a hollow 18, and ultrasonic vibrational energy is effectively given to it, and according to it, it is deformed plastically so that the interior of a hollow 18 may be full without a clearance. Therefore, the formed bump plinth section 20 can secure bonding strength sufficient between this bump plinth section 20 and the electrode pad 3 while becoming the predetermined configuration which corresponds to a hollow 18 correctly.

[0026] Since being injured to the electrode pad 3 of the bonding ball 19 with push becomes inadequate and supersonic vibration does not fully get across to the bonding ball 19 temporarily when the volume of the bonding ball 19 is set up identically to the volume of a hollow 18, the bump plinth section 20 does not serve as a configuration which corresponds to a hollow 18 correctly, but becomes inadequate [the bonding strength of the bump plinth section 20 and the electrode pad 3].

[0027] Like the formation fault of the above-mentioned bump plinth section 20, since the bonding ball 19 was formed in the some oversized volume rather than the volume of a hollow 18, a hollow 18 is extruded caudad and the amount of [with which formation of the bump plinth section 20 in the bonding ball 19 was not presented] surplus enters the clearance between the lower limit side of the tool 14 for bump formation, and the electrode pad 3. The surplus section 21 in the bonding ball 19 by which it is placed between the clearances d between the lower limit side of this tool 14 for bump formation and the electrode pad 3 prevents that the lower limit side of the tool 14 for bump formation contacts the electrode pad 3. Thereby, while it is prevented that the lower limit side contacts and pollutes the tool 14 for bump formation to the electrode pad 3, it prevents beforehand that a semiconductor device 2 receives a damage by contact of the tool 14 for bump formation.

[0028] Moreover, the part which exists in the hollow 18 interior at the time of formation of the bonding ball 19 of (a) in a bonding wire 7 is put back to the interior of opening of the insertion hole 17 at the time of the formation process of the bump plinth section 20 of (b), and serves as the bump parietal region 22. Finally, when the tool 14 for bump formation is able to pull up a bonding wire 7 in the condition of suppressing the bump plinth section 20, the upper part part of the bump parietal region 22 is torn off. Thereby, as shown in this drawing (c), on the electrode pad 3, the stud bump 23 of the letter of a two-step projection who has the bump parietal region 22 is formed in the top face of the bump plinth section 20. In addition, the wire residual section 24 of a bonding wire 7 exists in the upper part of the bump parietal region 22.

[0029] The bonding ball 19 of the configuration which has the slightly bigger volume than the volume of the hollow 18 for regulating the configuration of the bump plinth section 20 and a diameter slightly smaller than the diameter D of a hollow 18 by the above-mentioned bump formation approach is formed in the location near the lower limit of the tool 14 for bump formation. The bump plinth section 20 is formed by carrying out plastic deformation of the bonding ball 19 smoothly held in the hollow 18 in connection with lower ** of the tool 14 for bump formation inside a hollow 18. Therefore, the bump plinth section 20 formed always has a predetermined configuration corresponding to a hollow 18 in stability, without completely being influenced of unstable elements, such as pressure by the tool 14 for bump formation, and ultrasonic vibrational energy.

[0030] After leveling drawing 3 to the stud bump 23 who formed by the above-mentioned formation approach, it is a sectional view in the condition of having applied the conductive paste 13. Since the bump plinth section 20 in this stud bump 23 is formed in the predetermined configuration which is always correctly equivalent to the internal configuration of a hollow 18 and it has

necessary height, the top face plastered with the conductive paste 13 has estranged only necessary distance from the semiconductor device 2. Therefore, since the configuration which becomes round on the top face of the bump plinth section 20 is plastered with the conductive paste 13 with the surface tension of the very thing, the trouble of contacting the electrode pad 3 of the semiconductor device 2 which hangs down and adjoins the top face of a semiconductor device 2 does not generate it.

[0031] Drawing 4 is the sectional view showing the tool 27 for bump formation used for the embodiment of the bump formation approach concerning the gestalt of other operations of this invention. The hollow 28 for plinth section formation for regulating the appearance of the bump plinth section and the hollow 29 for parietal region formation for regulating the appearance of the bump parietal region are mutually open for free passage in the bump formation edge which is the lower limit section, and are open for free passage to the insertion hole 30 of a bonding wire 7, and are formed in this tool 27 for bump formation. The hollow 28 for plinth section formation is set as the same value as the diameter of the bump plinth section a stud bump's plane view round shape and height which the diameter D1 and depth H1 should form, respectively. On the other hand, the hollow 29 for parietal region formation is set as the same value as the diameter of the bump parietal region a stud bump's plane view round shape and height which the diameter D2 and depth H2 should form, respectively. For example, when forming the stud bump of a current general configuration, the hollow 28 for plinth section formation sets the depth H1 as 25 micrometers for a diameter D1 by 80 micrometers, and, on the other hand, the hollow 29 for parietal region formation sets the depth H2 as 20 micrometers for a diameter D2 by 40 micrometers.

[0032] Drawing 5 is process drawing in which it was shown like the Bengbu formation fault of the stud bump formation approach concerning the gestalt of other operations of this invention which forms a stud bumper using the above-mentioned tool 27 for bump formation in order of the process. This drawing (a) shows the formation process of the bonding ball 31, in the condition that a positioning halt of the tool 27 for bump formation was carried out above electrode Bud 3 of a semiconductor device 2, it is fed through the insertion hole 30 in the tool 27 for bump formation, and it controls and a bonding wire 7 is supplied so that only the predetermined die length by which this bonding wire 7 is equivalent to a formed part of the bonding ball 31 from the lower limit side of the tool 27 for bump formation may project.

[0033] Next, like ****, the part caudad projected from the lower limit side of the tool 27 for bump formation in a bonding wire 7 is heated by grant of spark discharge energy, and serves as the bonding ball 31 in the location which approaches extremely the lower limit side of the tool 27 for bump formation. This bonding ball 31 serves as a configuration which has the big volume a little from the sum total volume of both the hollows 28 and 29, i.e., the sum total volume of a stud bump's bump plinth section which should be formed, and the bump parietal region, by having been controlled so that a bonding wire 7 projected from the lower limit side of the tool 27 for bump formation by above-mentioned die length.

[0034] for example, by 80 micrometers, by 40 micrometers, when an above-mentioned diameter forms the stud bump who has the bump parietal region whose height is 20 micrometers, height [the bump plinth section which is 25 micrometers, and a diameter] 125600 micrometers of volume of this bump plinth section are 3, and the volume of the bump parietal region is 25120. It is mum3, and since 150720 micrometers of these sum total volume are set to 3, the bonding ball 31 with which a diameter is set as 72 micrometers and 195333 micrometers of volume are set to 3 is formed.

[0035] Then, the tool 27 for bump formation is lower-**(ed) after formation of the bonding ball 31 is completed. After the bonding ball 31 contacts on the electrode pad 3 at this time Since the diameter (for example, 72 micrometers) of the very thing is smaller than the diameter D1 (for example, 80 micrometers) of the hollow 28 for plinth section formation, while the most is smoothly held in the hollow 28 for plinth section formation in connection with lower ** of the tool 27 for bump formation While supersonic vibration is given, it is pushed strongly on the electrode pad 3 by the base of the hollow 28 for plinth section formation. By this, as the bonding ball 31 is shown in this drawing (b) By carrying out a temperature rise in response to ultrasonic vibrational energy, while it is crushed inside the hollow 28 for plinth section formation, a part enters in the hollow 29 for parietal region formation and plastic deformation is carried out to the configuration corresponding to both these hollows 28 and 29 It unites with the aluminum which is the material of the electrode pad 3, becomes the bump plinth section 32 which consists of gold and an alloy of aluminum, and fixes firmly on the electrode pad 3.

[0036] Like the formation fault of the above-mentioned bump plinth section 32 and the bump parietal region 33 Since the bonding ball 31 was formed in the some oversized volume rather than the sum total volume of both the hollows 28 and 29 According to a difference with the sum total volume of the volume of this bonding ball 31, and both the hollows 28 and 29, the bonding ball 31 in connection with lower ** of the tool 27 for bump formation, it is strongly pushed to the electrode pad 3, and ultrasonic vibrational energy is given effectively, and it deforms plastically so that the interior of both the hollows 28 and 29 may be full without a clearance. Therefore, the bump plinth section 32 and the bump parietal region 33 which were formed can secure bonding strength sufficient between the bump plinth section 32 and the electrode pad 3 while becoming a predetermined configuration corresponding to accuracy in the internal configuration of each hollows 28 and 29, respectively.

[0037] Moreover, since the bonding ball 31 is formed in the some oversized volume rather than the sum total volume of both the hollows 28 and 29, the hollow 28 for plinth formation is extruded caudad, and the amount of [with which formation with the bump plinth section 32 and the bump parietal region 33 in the bonding ball 31 was not presented] surplus enters between the lower limit side of the tool 27 for bump formation, and the electrode pad 3. The surplus section 34 of the bonding ball 31 by which this hollow 28 for plinth section formation is extruded caudad, and it is placed between the clearances between the lower limit side of the tool 27 for bump formation and the electrode pad 3 prevents that the lower limit side of the tool 27 for bump formation contacts the electrode pad 3. Thereby, while it is prevented that the lower limit side contacts and pollutes the tool 27 for bump formation to the electrode pad 3, it prevents beforehand that a semiconductor device 2 receives a damage by contact of the tool 27 for bump formation.

[0038] Moreover, the part which existed in the interior of both the hollows 28 and 29 at the time of formation of the bonding ball 31 of (a) in a bonding wire 7 is put back to the interior of opening of the insertion hole 30 at the time of the formation process of the bump plinth section 32 of (b), and the bump parietal region 33, and serves as a projected part 37. Finally, when the tool 27 for bump formation is able to pull up a bonding wire 7 in the condition of pressing down the bump plinth section 32, the upper part part of a projected part 37 is torn off. Thereby, as shown in this drawing (c), the stud bump 38 of the letter of a two-step projection who has the bump parietal region 33 is formed in the top face of the bump plinth section 32 at the electrode pad 3. In addition, the wire residual section 39 of a bonding wire 7 exists in the upper part of a projected part 37.

[0039] The bonding ball 31 which has a diameter slightly smaller than the slightly bigger volume than the sum total volume of the hollow 28 for plinth section formation and the hollow 29 for parietal region formation and the diameter D1 of the hollow 28 for plinth section formation by this bump formation approach is formed in the location near the lower limit of the tool 27 for bump formation. The bump plinth section 32 and the bump parietal region 33 are formed by carrying out plastic deformation of the

bonding ball 31 smoothly held in the hollow 28 for plinth section formation in connection with lower ** of the tool 27 for bump formation inside each [of both the hollows 28 and 29]. Therefore, the bump plinth section 32 and the bump parietal region 33 which are formed always have a predetermined configuration corresponding to accuracy in stability in each hollows 28 and 29, respectively, without completely being influenced of unstable elements, such as pressure by the tool 27 for bump formation, and ultrasonic vibrational energy.

[0040] After leveling drawing 6 to the stud bump 38 who formed by the above-mentioned formation approach, it is a sectional view in the condition of having applied the conductive paste 13. Since the bump plinth section 32 in this stud bump 38 is formed in the predetermined configuration which always corresponds to the hollow 28 for plinth section formation correctly and it has necessary height, the top face plastered with the conductive paste 13 has estranged only necessary distance from the semiconductor device 2. Therefore, the trouble of contacting the electrode pad 3 of the semiconductor device 2 which plasters the configuration which becomes round on the top face of the bump plinth section 32, and hangs down and adjoins the top face of a semiconductor device 2 with the surface tension of the very thing does not generate the conductive paste 13.

[0041] In addition, in the gestalt of each above-mentioned implementation, after pulling up a bonding wire 7 after formation of the bonding balls 19 and 31 and holding the bonding balls 19 and 31 in the interior of hollows 18 and 28 beforehand, it is desirable to make it make the tools 14 and 27 for bump formation lower-**. Thereby, the volume of the bonding balls 19 and 31 becomes possible [setting it as a value to which the thickness of the surplus sections 21 and 34 becomes small as much as possible within limits which can demonstrate the function correctly]. In this case, if the extension taper section is prepared in the opening edge of the hollows 18 and 28 for plinth section formation, hold to the hollows 18 and 28 of the bonding balls 19 and 31 can be performed much more smoothly.

[0042]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to the bump formation approach of this invention, the globular form bonding ball which has the volume corresponding to a bump's volume which should be formed is formed in the near location of the lower limit section of the tool for bump formation. Since the bump was formed on the electrode pad by carrying out plastic deformation inside a hollow, pushing against the electrode pad of a semiconductor device the bonding ball held in the hollow in connection with lower ** of the tool for bump formation Without completely being influenced of unstable elements, such as ultrasonic vibrational energy generally given on a bonding ball in order to obtain sufficient bonding strength of the pressure and the bump by the tool for bump formation, and an electrode pad The bump of a predetermined configuration who coped with the internal configuration of a hollow correctly can always be formed in stability.

[0043] Moreover, the tool for bump formation used for the bump formation approach of this invention Since the hollow of the configuration which has path, respectively same path as height, and the depth of the bump who should form considered as the configuration which was open for free passage to the insertion hole, and was formed in the lower limit section If a bump is formed carrying out plastic deformation of the bonding ball inside the hollow of this tool for bump formation, the bump who always has a predetermined path and predetermined height can be formed.

[Translation done.]

[illegible]

...PAGE BLANK (ASPT)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing the tool for bump formation used for the embodiment of the bump formation approach concerning the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 2] Process drawing which showed (a) - (c) in order of the process like the bump formation fault by the stud bump formation approach concerning the gestalt of 1 operation of this invention using the tool for bump formation same as the above.

[Drawing 3] The sectional view in the condition of having applied the conductive paste after leveling to the stud bump who formed by the formation approach same as the above.

[Drawing 4] The sectional view showing the tool for bump formation used for the embodiment of the bump formation approach concerning the gestalt of other operations of this invention.

[Drawing 5] Process drawing which showed (a) - (c) in order of the process like the bump formation fault by the stud bump formation approach concerning the gestalt of other operations of this invention using the tool for bump formation same as the above.

[Drawing 6] The sectional view in the condition of having applied the conductive paste after leveling to the stud bump who formed by the formation approach same as the above.

[Drawing 7] (a) - (c) is process drawing in which it was shown like the formation fault by the conventional stud bump's formation approach in order of the process.

[Drawing 8] Each of (a) and (b) is the sectional view showing the stud bump of the excellent article formed by the formation approach same as the above, and a defective, respectively.

[Drawing 9] (a) and (b) are a sectional view in the condition of having plastered the stud bump of the excellent article after leveling, and a defective with the conductive paste, respectively.

[Description of Notations]

2 Semiconductor Device

3 Electrode Pad

7 Bonding Wire

14 27 Tool for bump formation

17 30 Insertion hole

18 Hollow

19 31 Bonding ball

20 32 Bump plinth section

22 33 Bump parietal region

23 38 Stud bump

28 Hollow for Plinth Section Formation

29 Hollow for Parietal Region Formation

[Translation done.]

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Office of the Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20590

EXAMINER'S REPORT

The following is a copy of the Examiner's Report for the application of [Name] for a patent in the class of [Class]. The report is based on the examination of the application and the prior art. The report is intended to provide information to the applicant regarding the examiner's findings and the reasons for the examiner's actions. The report is not intended to be a final determination of the patentability of the invention. The applicant is advised that the report is subject to change and that the examiner's findings are not binding on the applicant. The applicant is advised that the report is not intended to be a final determination of the patentability of the invention. The applicant is advised that the report is subject to change and that the examiner's findings are not binding on the applicant.

Examiner's Report
Date of Report: [Date]
Examiner: [Name]
Applicant: [Name]
Inventor: [Name]
Attorney: [Name]
Agent: [Name]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

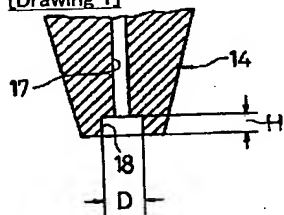
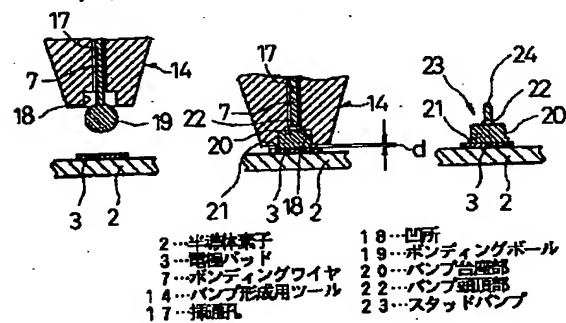
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

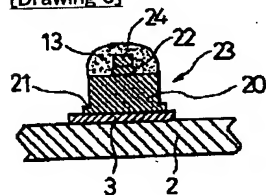
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

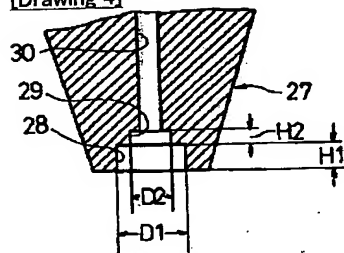
[Drawing 1]

[Drawing 2]
(a)

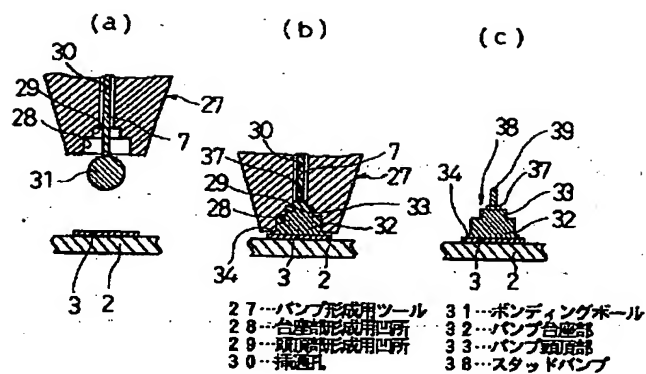
[Drawing 3]



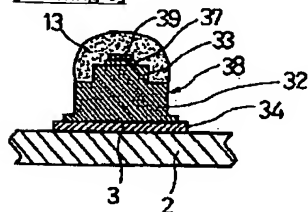
[Drawing 4]



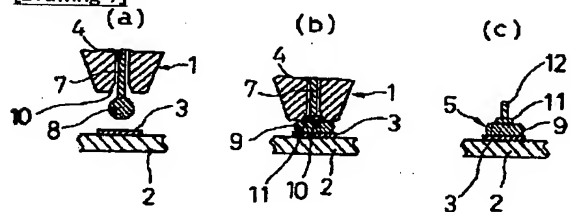
[Drawing 5]



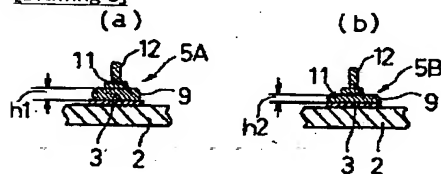
[Drawing 6]



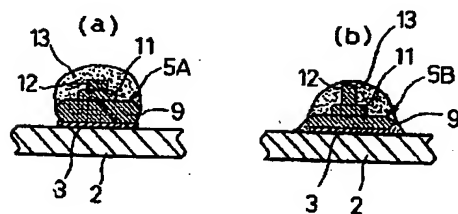
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

[Drawing 10]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

